

MUTU FISIK DAN MIKROSTRUKTUR KAMABOKO IKAN KURISI (*Nemipterus nematophorus*) DENGAN PENAMBAHAN KARAGINAN

Physical and Microstructure Quality of Kamaboko Kurisi Fish (*Nemipterus nematophorus*) with Addition of Carrageenan

Titiek Indhira Agustin

Jurusan Perikanan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah

Diterima 7 Oktober 2011/Disetujui 9 Januari 2012

Abstract

Carrageenan is a natural material extracted from red algae especially *Eucheuma* sp, kappa-carrageenan extracted from *E. cottonii* and iota-carrageenan from *E. spinosum*. Kappa and iota carrageenans have very similar structures and have functional properties as gelling agent. The purpose of this research is to find out the effect of carrageenan on the physical and microstructure quality of kamaboko. This research used a complete randomized design by doing four treatments, namely K(-): without carrageenan, K(+): by adding commercial carrageenan, K(k): by adding kappa-carrageenan and K(i): by adding iota-carrageenan. The result showed that the additional carrageenan had significant effects on the physical and microstructure quality of the kamaboko. The best treatment of kamaboko was by adding of commercial carrageenan (K(+)). The characteristics of kamaboko were folding test (5), springness (7.3), gel strength 2872.62g/cm² and whiteness (W*) 73.78. The microstructure of kamaboko with adding of commercial carrageenan and kappa-carrageenan exhibited a porous structure while the microstructure of kamaboko added with iota-carrageenan exhibited a compact and smooth structure.

Keywords: carrageenan, microstructure, kamaboko, *Nemipterus nematophorus*

Abstrak

Karaginan merupakan bahan alami yang diekstrak dari rumput laut merah khususnya *Eucheuma* sp. Kappa-karaginan merupakan jenis karaginan yang diekstrak dari *E. cottonii* dan iota-karaginan diekstrak dari *E. spinosum*. Kappa dan iota-karaginan memiliki struktur yang sangat mirip dan memiliki sifat fungsional sebagai pembentuk gel. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh karaginan terhadap mutu fisik dan mikrostruktur kamaboko ikan kurisi. Aktivitas penelitian yang dilakukan adalah melihat pengaruh pemberian karaginan terhadap sifat fisik kamaboko yang digunakan, yang meliputi kamaboko tanpa penambahan karaginan (K(-)), kamaboko dengan penambahan karaginan komersial (K(+)), kamaboko dengan penambahan kappa-karaginan (K(k)) dan kamaboko dengan penambahan iota-karaginan (K(i)). Penambahan karaginan secara signifikan berpengaruh terhadap mutu fisik dan mikrostruktur kamaboko. Perlakuan terbaik adalah kamaboko dengan penambahan karaginan komersil (K(+)) dengan karakteristik mutu fisik: uji lipat (5), uji gigit (7,9), kekuatan gel 2872,62 g/cm², dan derajat putih (W*) 73,78. Mikrostruktur kamaboko dengan penambahan karaginan komersil (K(+)) dan kappa-karaginan (K(k)) memiliki struktur yang porus sedangkan mikrostruktur kamaboko yang ditambah iota-karaginan (K(i)) memiliki struktur yang kompak dan lembut.

Kata kunci: kamaboko, karaginan, mikrostruktur, *Nemipterus nematophorus*

PENDAHULUAN

Kamaboko atau *fish cake* merupakan produk khas Jepang yang dibuat dari gel protein

ikan yang homogen. Produk ini telah dikenal oleh masyarakat Jepang sejak 1500 tahun yang lalu (Suzuki 1981). Saat ini telah berkembang berbagai produk kamaboko yang dibedakan berdasarkan teknik pengolahannya, yaitu berupa perlakuan pemanasan, bentuk dan

Korespondensi: Jl. Arif Rahman Hakim No. 150, Surabaya 60111. Telp. +6281334523090, Fax. +62315946261
E-mail: titiek_agustin@yahoo.co.id

komposisi bahan tambahan (Mao *et al.* 2006). Produk analog dari kamaboko seperti bakso ikan dan empek-empek merupakan makanan dari ikan yang sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia.

Secara teknis, kamaboko terbuat dari daging ikan giling sebagai bahan utama dengan penambahan bahan-bahan, seperti pati, gula, garam dan sodium glutamat. Proses selanjutnya adalah pemasakan dengan cara pengukusan, pemanggangan, perebusan maupun penggorengan (Suzuki 1981). Sejalan dengan perkembangan teknologi, saat ini kamaboko dibuat dari surimi sebagai bahan utamanya (Mao *et al.* 2006).

Atribut mutu yang penting dari kamaboko adalah sifat teksturnya yang elastis (*ashi*). Faktor-faktor yang mempengaruhi *ashi* kamaboko diantaranya adalah jenis ikan dan bahan-bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan kamaboko (Mao *et al.* 2006). Biasanya dalam pembuatan kamaboko menggunakan surimi dari jenis ikan berdaging putih dan berprotein tinggi, sedangkan bahan tambahan (pengisi) untuk memperkuat *ashi* yang sering digunakan adalah pati singkong (tapioka), pati kentang, terigu, dan jagung (Suzuki 1981; Park 2005; Mao *et al.* 2006).

Sifat elastis kamaboko terutama dipengaruhi oleh keberadaan protein ikan dan pati, namun adakalanya protein ikan karena suatu sebab dapat mengalami denaturasi sehingga jika digunakan sebagai bahan baku kamaboko perlu penambahan bahan lain untuk memperbaiki kekuatan gelnya, misalnya karaginan. Banyak peneliti yang telah mempelajari sifat fungsional karaginan sebagai *gelling agent* pada daging lumat ikan. Gomez-Guillen dan Montero (1996), menambah hidrokoloid (iota-karaginan dan pati) dan kombinasi hidrokoloid dengan protein non-otot pada daging lumat ikan sardin (*Sardina pilchardus*) yang dapat meningkatkan kekuatan gelnya baik pada daging lumat berkadar garam rendah maupun tinggi. Montero dan Perez-Mateos (2002) menyatakan bahwa KCl terutama berpengaruh

terhadap *adhesiveness* gel daging lumat ikan yang mengandung iota-karaginan tetapi tidak berpengaruh terhadap gel daging lumat ikan yang mengandung sodium alginat. Perez-Mateos and Montero (2000) menyatakan jenis hidrokoloid tertentu, yaitu LBG (*Locus Bean Gum*), *xanthan gum*, iota-karaginan, kappa-karaginan, CMC dan alginat tidak berpengaruh terhadap *water holding capacity* (WHC) gel daging lumat ikan *blue whiting*, namun WHC terendah adalah produk dengan persentase hidrokoloid yang paling rendah. Semakin tinggi nilai WHC tekstur gel daging lumat ikan *Blue Whitting* semakin lunak dan halus.

Ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*) merupakan salah satu ikan berdaging putih yang banyak terdapat di Indonesia, khususnya perairan Laut Jawa. Pemanfaatan ikan ini masih terbatas, yaitu hanya sebagai ikan konsumsi dengan harganya relatif murah. Penggunaan ikan kurisi sebagai bahan baku dalam pembuatan kamaboko dengan kualitas yang dapat diterima pasar belum dikembangkan. Karakteristik gel kamaboko dengan bahan baku ikan kurisi dengan tambahan kappa dan iota-karaginan yang diekstrak dari rumput laut juga belum banyak dilakukan. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi karakteristik gel ikan dari ikan kurisi dan diversifikasi produk olahan dari ikan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan mutu fisik dan mikrostruktur kamaboko ikan kurisi dengan penambahan karaginan.

MATERIAL DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan kurisi (*N. nematophorus*) segar berukuran 200-250 g per ekor, yang diperoleh dari perairan Laut Jawa, dengan pendaratan di TPI Pelabuhan Nusantara Brondong-Lamongan. Ikan dibawa ke Laboratorium Pengolahan Hasil Perikanan Universitas Hang Tuah Surabaya menggunakan *cool box* yang diisi hancuran es batu dengan perbandingan ikan dengan es (1 bagian ikan:

3 bagian es). Bahan lain yang digunakan adalah sodium tripolifosfat (STPP), sorbitol (*food grade*), tepung tapioka (cap Merak), sukrosa (*food grade*) dan karaginan hasil ekstraksi pada penelitian sebelumnya dan karaginan komersil dengan karakteristik disajikan pada Tabel 1.

Bahan kimia untuk analisis mikrostruktur kamaboko adalah larutan 2% glutaraldehid dalam bufer fosfat (pH 7,2), bufer fosfat (pH 7,4), larutan post fiksasi asam osmat 1%, aseton absolut dan emas 24 karat sebagai *coating* sampel saat pengamatan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Peralatan untuk pembuatan kamaboko meliputi kotak pendingin (*cool box*), pisau khusus untuk filet ikan, sendok, *food processor* (Sanken AFP-700), lemari pendingin (Sharp). Alat laboratorium yang digunakan untuk analisis: *color reader* (Minolta), *tensile strength* (Shimadzu) dan *SEM* (JEOL JSM-T100) digunakan untuk mendapatkan gambar mikrostruktur dari kamaboko.

Metode Penelitian

Surimi ikan kurisi dibuat menggunakan metode Suzuki (1981) dengan tahapan sebagai berikut: ikan kurisi segar disiangi

dan dicuci dengan air dingin, daging ikan dipisahkan dari tulang dan durinya, daging ikan yang diperoleh dikumpulkan dan dilumatkan menggunakan *food processor* 1 menit *low speed* dan 1 menit *high speed* selama penggilingan ditambah hancuran es batu untuk mempertahankan suhu rendah. Lumatan daging ikan dicuci dengan air dingin (5-10 °C) sebanyak tiga kali, pada pencucian terakhir ditambah NaCl 0,1%. Larutan daging ikan disaring dengan kain saring berdiameter 0,2 mm dan di-press secukupnya sampai kadar air sekitar 80%, selanjutnya digiling kembali dengan menambah STPP 0,3% dan sorbitol 4%. Surimi yang dihasilkan dikemas dengan plastik polietilen, masing-masing kemasan 500 g dan dibekukan menggunakan *Air Blast Freezer* pada suhu -40 °C. Surimi beku selanjutnya disimpan pada suhu -18 °C sampai dilakukan pembuatan kamaboko.

Pembuatan kamaboko mengikuti metode Suzuki (1981), surimi beku dicairkan pada suhu 5 °C selama semalam kemudian dibiarkan pada suhu kamar selama 3 jam. Garam sebanyak 2% ditambahkan pertama kali untuk mengekstrak protein aktomiosin sehingga terbentuk pasta sol aktomiosin kemudian sukrosa 1%, tepung tapioka 10% dan berbagai

Tabel 1 Mutu dan sifat fungsional karaginan hasil penelitian, karaginan komersil dan standar FAO

Parameter	<i>E. cottonii</i> kappa karaginan	<i>E. spinosum</i> Iota karaginan	Karaginan Komersil	Standar FAO
Mutu :				
Kadar air (%)	10,03	11,78	9,8	8 – 12
Kadar abu (%)	21,07	23,42	17,80	15 – 40
Kadar abu tidak larut asam (%)	0,97	0,97	0,66	1 - 2
Kadar sulfat (%)	23,65	33,17	19,25	15 – 40
Derajat putih (%)	68,57	58,30	88,48	Krem – Putih
Sifat Fungsional :				
Viskositas (cP)	53,20	61,87	37,64	5 - 800
Kekuatan gel (g/cm ₂)	584,94	416,50	998,38	20 - 500
Titik gel (°C)	30,24	25,60	36,0	35 -65
Titik leleh (°C)	51,50	41,88	66,0	55 - 85

Sumber : Agustin (2010)

jenis karaginan 1,5% sesuai perlakuan. Pencampuran bahan dilakukan menggunakan *food processor high speed* 1 menit, selama penggilingan ditambahkan hancuran es 20% agar suhu tetap rendah. Adonan kamaboko yang telah homogen dituang ke dalam cetakan stainless steel kotak (12 cm x 12 cm x 5 cm) kemudian dikukus pada suhu 90-95 °C selama 30 menit. Kamaboko yang telah dikukus segera didinginkan dengan cara merendam dalam air es untuk menghindari *over cooking*. Kamaboko yang telah dingin dipotong kubus 4 cm³ dan dikemas dengan plastik polietilen dan disimpan dalam *cold storage* (-18 °C) sampai dilakukan analisis.

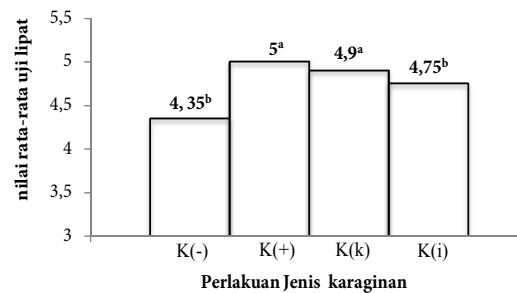
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), empat perlakuan yaitu kamaboko tanpa penambahan karaginan (K(-)), kamaboko dengan penambahan karaginan komersial (K(+)), kamaboko dengan penambahan kappa-karaginan (K(k)) dan kamaboko dengan penambahan iota-karaginan (K(i)), masing-masing perlakuan diulang sebanyak 6 kali ulangan.

Parameter mutu fisik yang diamati adalah uji lipat (*folding test*) dan uji gigit (*springness test*) (Suzuki 1981), kekuatan gel (*gel strength*) (Mao *et al.* 2006), derajat putih (W*) (Mao dan Tao 2007). Pengamatan mikrostruktur kamaboko dari keempat perlakuan menggunakan SEM perbesaran 1000X (Alvarez *et al.* 1999). Analisis data menggunakan analisis ragam (ANOVA), apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata (signifikan) maka dilanjutkan dengan uji BNT pada $\alpha = 0,05$ (Hanafiah 2003). Data hasil uji gigit dan uji lipat dianalisis menggunakan analisis data non parameter dengan Kruskal Wallis test, jika signifikan dilanjutkan dengan uji Mann Whitney. Analisis data menggunakan *software* program SPSS versi 11.5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Lipat (*Folding Test*)

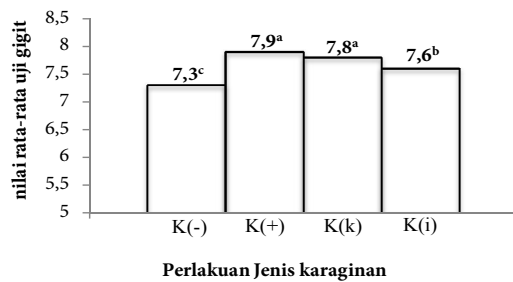
Hasil pengukuran uji lipat kamaboko ikan kurisi dengan perlakuan penambahan karaginan disajikan pada Gambar 1. Nilai rata-



Gambar 1 Nilai rata-rata uji lipat kamaboko.

rata uji lipat kamaboko dengan penambahan karaginan berkisar dari 4,35 sampai dengan 5 (skor 1-5). Nilai uji lipat kamaboko yang dihasilkan berada diantara kriteria tidak retak jika dilipat setengah bagian sampai tidak retak jika dilipat seperempat bagian. Hasil analisis Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan penambahan karaginan pada formulasi kamaboko berpengaruh sangat nyata ($\text{sig} = 0,000$) terhadap daya lipat kamaboko ikan kurisi. Hasil uji lanjut Mann Whitney menunjukkan bahwa kamaboko dengan karaginan komersial (K(+)) tidak berbeda nyata dengan kamaboko dengan kappa-karaginan, sedangkan kamaboko tanpa penambahan karaginan (K(-)) tidak berbeda dengan kamaboko dengan penambahan iota-karaginan (K(i)).

Uji lipat merupakan salah satu uji yang digunakan untuk menilai kualitas gel kamaboko. Metode ini baik sekali digunakan untuk membedakan gel yang bermutu tinggi dengan yang bermutu rendah, namun tidak sensitif untuk membedakan gel yang bermutu baik dengan gel yang bermutu sangat baik. Ikan kurisi termasuk golongan ikan yang mampu membentuk gel yang baik, hal ini dapat dilihat dari hasil uji lipat kamaboko tanpa penambahan karaginan (K(-)) masih tergolong tinggi dan tidak berbeda nyata dengan kamaboko dengan penambahan iota-karaginan (K(i)). Agustin (2010) menyatakan bahwa kandungan sulfat iota-karaginan lebih tinggi daripada kappa-karaginan sehingga mudah mengikat air yang menyebabkan produk menjadi lunak dan memiliki daya lipat yang lebih rendah.

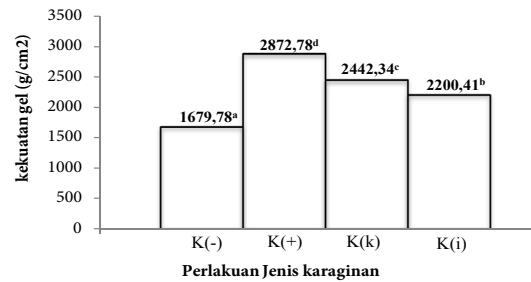


Gambar 2 Nilai rata-rata uji gigit kamaboko.

Uji Gigit (*Springness Test*)

Uji gigit memberikan taksiran secara subyektif terhadap sifat kekenyalan produk. Uji gigit dilakukan dengan cara menekan produk diantara gigi seri atas dan bawah, kemudian panelis memberikan penilaian terhadap tingkat kekenyalan produk sesuai dengan format yang sudah ditentukan. Nilai rata-rata uji gigit kamaboko dengan penambahan karaginan berkisar dari 7,3 sampai dengan 7,9 (skor 1-9). Nilai uji gigit kamaboko yang dihasilkan berada diantara kriteria lenting agak kuat sampai daya lenting kuat. Nilai rata-rata uji gigit kamaboko dengan perlakuan penambahan karaginan disajikan pada Gambar 2.

Hasil analisis Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan penambahan karaginan pada formulasi kamaboko berpengaruh sangat nyata ($\text{sig} = 0,000$) terhadap daya gigit kamaboko ikan kurisi. Hasil uji lanjut Mann Whitney menunjukkan bahwa kamaboko dengan penambahan karaginan komersil (K(+)) tidak berbeda nyata dengan kamaboko dengan penambahan kappa-karaginan (K(k)). Nilai uji gigit tertinggi 7,9 terdapat pada kamaboko dengan perlakuan penambahan karaginan komersil (K(+)), sedangkan nilai uji gigit terendah 7,3 terdapat pada kamaboko tanpa penambahan karaginan (K(-)). Penambahan karaginan dapat meningkatkan kekuatan gel kamaboko, hal ini disebabkan kemampuan karaginan berinteraksi dengan komponen penyusun kamaboko terutama protein dan pati melalui ikatan hidroksi. Gaonkar (1995) menyatakan bahwa hidrokoloid memiliki gugus hidroksi yang mampu berikatan dengan pati dan protein serta air sehingga membentuk



Gambar 3 Nilai rata-rata kekuatan gel kamaboko.

matriks yang kuat. Zahiruddin *et al.* (2008) menyatakan bahwa penambahan karaginan dapat memperbaiki daya potong atau daya iris produk akhir daging olahan.

Kekuatan Gel (*Gel Strength*)

Kekuatan gel kamaboko sangat ditentukan oleh kualitas bahan bakunya dalam hal ini adalah kesegaran ikan sebagai bahan baku surimi yang merupakan komponen terbesar dalam formulasi kamaboko. Chaijan *et al.* 2004 menyatakan bahwa pencucian daging ikan selama proses pembuatan surimi dapat menghilangkan protein sarkoplasma dan meningkatkan konsentrasi protein myofibril yang memegang peranan penting dalam kemampuan membentuk gel. Keberadaan protein sarkoplasma meskipun dalam jumlah kecil dapat berpengaruh terhadap kekuatan gel surimi yang dihasilkan.

Nilai kekuatan gel kamaboko akibat penambahan karaginan berkisar dari 1679,78-2872,62 g/cm² (Gambar 3). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan karaginan memberikan pengaruh sangat nyata ($\text{sig} = 0,000$) terhadap kekuatan gel kamaboko. Hasil analisis lanjut dengan LSD pada $\alpha = 0,05$ diketahui bahwa penambahan karaginan komersil (K(+)) memiliki nilai kekuatan gel kamaboko lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, perbedaan ini disebabkan karaginan komersil memiliki kekuatan gel sangat tinggi yaitu mencapai 998,38 g/cm² (Agustin 2010), sehingga kamaboko yang ditambah dengan karaginan komersial memiliki kekuatan gel yang tinggi.

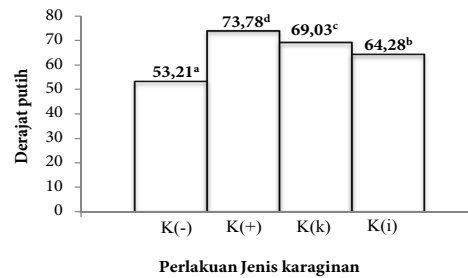
Kekuatan gel kamaboko tertinggi (2872,78 g/cm²) terdapat pada kamaboko

dengan perlakuan penambahan karaginan komersil (K(+)). Tingginya kekuatan gel kamaboko dari perlakuan tersebut, diduga karena karaginan komersil lebih murni akibat diproses dari bahan baku dan teknologi yang lebih baik sedangkan karaginan hasil ekstraksi pada penelitian sebelumnya yang digunakan pada penelitian ini masih menggunakan metode ekstraksi yang konvensional sehingga masih mengandung beberapa garam anorganik. Montero and Perez-Mateos (2002) menyatakan bahwa garam anorganik pada karaginan dapat menghalangi terbentuknya gel sehingga memiliki kekuatan gel yang rendah.

Hermanasson *et al.* (1991) menyatakan bahwa keberadaan kation mempengaruhi sifat fungsional karaginan, pengaruh sinergis terlihat ketika natrium ditambahkan pada kalium-kappa-karaginan tetapi tidak pada kalium yang ditambahkan pada natrium-kappa-karaginan. Montero dan Perez-Mateos (2002) menyatakan bahwa adanya ion K^+ dalam kappa-karaginan dapat meningkatkan kekuatan gelnya, sedangkan iota-karaginan meningkat kekuatan gelnya jika terdapat ion Ca^{2+} , adanya ion Na^+ menghalangi terbentuknya pilinan ganda pada karaginan sehingga menghasilkan gel yang rapuh. Kekuatan gel karaginan yang rendah menyebabkan kekuatan gel kamaboko juga rendah seperti pada kamaboko yang ditambah dengan iota-karaginan (K(i)), hal ini disebabkan kekuatan gel iota-karaginan rendah yang yaitu $416,50 \text{ g/cm}^2$ (Agustin 2010).

Derajat Putih (W^*)

Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata derajat putih kamaboko berkisar dari 53,21-73,78. Nilai rata-rata derajat putih terendah diperoleh pada perlakuan kontrol negatif yaitu tanpa penambahan karaginan (K(-)) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perbedaan ini disebabkan kamaboko tanpa karaginan terlihat agak mengkerut sehingga saat pembacaan dengan *color reader*



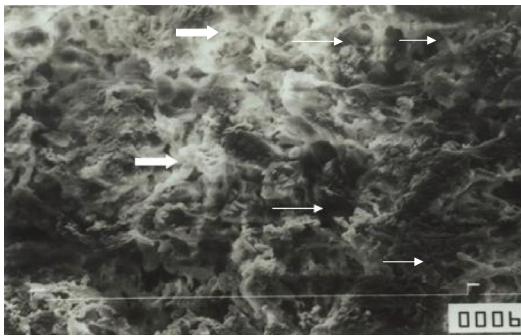
Gambar 4 Nilai rata-rata derajat putih kamaboko.

menghasilkan nilai kecerahan L^* yang lebih rendah yaitu 67,78 dan mengakibatkan nilai derajat putih (W^*) juga rendah yaitu 53,21.

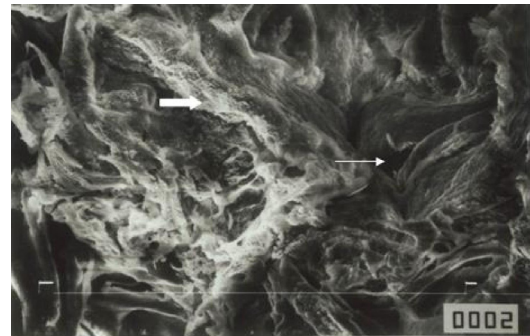
Derajat putih kamaboko tertinggi diperoleh dari penambahan karaginan komersil dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada uji BNT $\alpha = 0,05$ (Gambar 4). Karaginan komersil memiliki nilai derajat putih yang tinggi yaitu mencapai 88,48% (Agustin 2010) sehingga dapat meningkatkan derajat putih dan kecerahan kamaboko yang dihasilkan. Nilai derajat putih karaginan hasil ekstraksi dari *E. cottonii* pada penelitian sebelumnya 68,57% dan 58,30% dari *E. spinosum* (Agustin 2010) yang digunakan dalam penelitian ini sehingga derajat putih kamaboko yang dihasilkan lebih rendah namun lebih tinggi dari perlakuan kontrol negatif (K(-)) yaitu kamaboko tanpa karaginan. Penambahan karaginan secara signifikan dapat meningkatkan derajat putih kamaboko karena karaginan dapat meningkatkan interaksi protein-protein, protein-air dan protein-pati sehingga menghasilkan produk yang kencang (tidak berkerut) dan cerah.

Derajat putih merupakan parameter mutu fisik yang penting untuk produk kamaboko, derajat putih diukur menggunakan *color reader* dengan rumus $W^* = L^* - 3b$. Simbol L^* adalah kecerahan dengan skala dari hitam sampai putih sedangkan b adalah skala kuning sampai biru (Mao dan Tao 2007). Hsu dan Chiang (2002) menyatakan bahwa secara umum derajat kecerahan yang tinggi, kekuningan yang rendah dan keputihan yang tinggi adalah permintaan konsumen.

Derajat putih kamaboko sangat dipengaruhi oleh derajat putih surimi yang



Gambar 5 Mikrostruktur surimi segar (sebelum dibekukan) ikan kurisi pada perbesaran 1000x (→ rongga kosong, → matriks gel protein).



Gambar 6 Mikrostruktur kamaboko (K-) pada perbesaran 1000x (→ rongga kosong, → matriks gel protein).

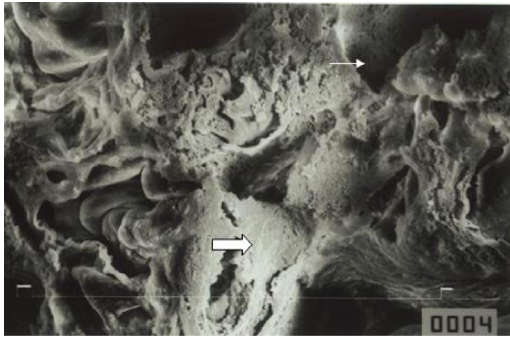
digunakan. Chen (2002) menyatakan bahwa selama proses pembuatan surimi, mioglobin dan hemoglobin berperan penting dalam menghasilkan surimi dengan derajat putih yang tinggi dimana derajat putih merupakan salah satu faktor penentu kualitas surimi. Livingston dan Brown (1981) menyatakan bahwa hemoglobin lebih mudah dihilangkan selama proses penanganan dan penyimpanan, sedangkan mioglobin terikat dengan struktur otot intraseluler. Surimi yang berkualitas tinggi adalah yang memiliki nilai *gel strength* dan derajat putih yang tinggi yang dapat diperoleh jika daging gelap dapat dihilangkan sebanyak mungkin (Ochiai *et al.* 2001).

Mikrostruktur Kamaboko

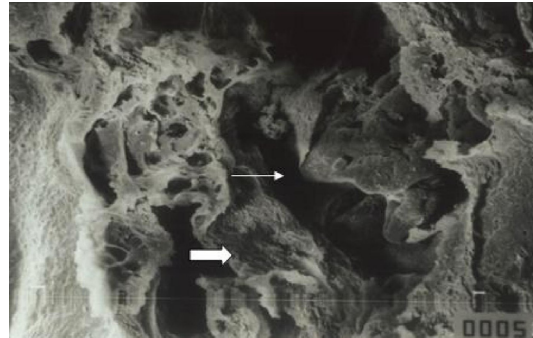
Mikrostruktur surimi ikan kurisi (Gambar 5) memperlihatkan struktur seperti serabut yang porus dan homogen, struktur seperti ini diduga akibat pelumatan daging ikan menggunakan *food processor* sehingga menghasilkan ukuran partikel daging yang halus dan homogen. Park (2005) menyatakan bahwa ukuran partikel daging harus sekecil mungkin agar protein sarkoplasma dan beberapa pengotor lainnya seperti darah, lemak dan protein larut air dapat keluar dari matriks daging dan dapat terbuang selama proses pencucian. Adanya protein sarkoplasma dan beberapa pengotor lainnya yang tertinggal dalam lumatan daging dapat menurunkan kemampuan surimi membentuk gel.

Mikrostruktur kamaboko tanpa penambahan karaginan komersil (K(-)) (Gambar 6) terlihat matriks gel protein yang terbentuk seperti serabut yang kasar, hal ini disebabkan protein daging ikan kurisi berbentuk serabut, penambahan karaginan meningkatkan kemampuan kamaboko mengikat air sehingga menghasilkan tekstur yang porus. Suzuki (1981); Zayas (1997) dan Park (2005) menyatakan bahwa matriks gel kamaboko terbentuk akibat adanya interaksi protein-protein, protein-air dan protein-pati. Zayas (1997) menjelaskan bahwa interaksi protein-protein terjadi melalui ikatan disulfida yang merupakan ikatan paling kuat dalam mempertahankan struktur tersier protein. Interaksi protein-air memegang peranan penting dalam pembentukan gel khususnya selama perubahan bentuk sol menjadi gel. Chin *et al.* (1998) menyatakan bahwa interaksi protein-karbohidrat mempengaruhi sifat fungsional produk pangan seperti kemampuan membentuk gel khususnya produk berbasis protein seperti produk berbahan dasar daging ikan.

Park (2005) menyatakan bahwa pada saat pati dipanaskan, granula pati mengalami pengembangan secara *irreversible*, jika panas diteruskan sampai mencapai suhu gelatinisasi, pati menyerap banyak air dan secara dramatis meningkatkan viskositas. Granula pati terus menyerap air dan mengembang sampai batas maksimal gel matriks. Pengembangan granula pati akibat panas dalam sistem surimi-pati



Gambar 7 Mikrostruktur kamaboko akibat penambahan karaginan komersial (K+) pada perbesaran 1000x (→ rongga kosong, → matriks gel protein).

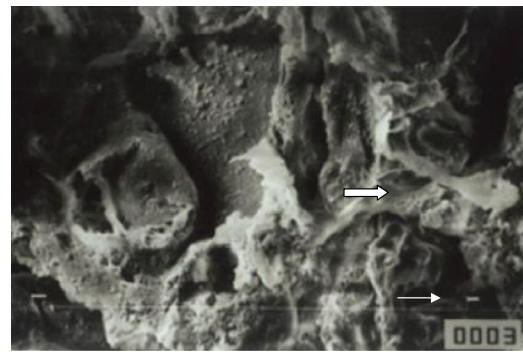


Gambar 8 Mikrostruktur kamaboko akibat penambahan kappa-karaginan pada perbesaran 1000x (→ rongga kosong, → matriks gel protein).

berbeda dengan pengembangan pati dalam sistem air-pati. Gelatinisasi pati terjadi secara bersamaan dengan suhu gelasi protein ikan. Gelatinisasi pati tertunda dengan keberadaan protein miofibril, garam, gula atau sorbitol dalam sistem surimi-pati. Protein miofibril terdenaturasi sebelum pati tergelatinisasi sempurna, air yang terperangkap dalam jaringan gel protein terbatas untuk gelatinisasi pati akibatnya terjadi kompetisi antara pati dan protein terhadap air. Pengembangan granula pati tidak sebaik dalam sistem pati-air meskipun granula pati mengembang dalam matriks gel protein karena ketersediaan air terbatas dalam protein ikan.

Mikrostruktur kamaboko dengan penambahan karaginan komersil (K(+)) (Gambar 7) memperlihatkan matriks gel yang porus dengan rongga kosong yang terbentuk diantara matriks gel protein lebih besar dan banyak. Karakteristik ini menunjukkan elastisitas kamaboko lebih tinggi terlihat dari hasil uji gigit dan lipat yang tinggi. Park (2005) menyatakan bahwa pada saat pemanasan protein miofibril mengalami gelasi dan karaginan meleleh menjadi larutan sehingga menjamin pencampuran sempurna dan pada saat dingin terbentuk matriks gel yang kuat, selain itu kemampuan karaginan mengikat air mengurangi keluarnya air dari matriks gel protein.

Interaksi karaginan-air terjadi melalui ikatan elektrostatis yaitu air dengan muatan negatif grup sulfat dari molekul karaginan



Gambar 9 Mikrostruktur kamaboko akibat penambahan iota-karaginan pada perbesaran 1000x (→ rongga kosong, → matriks gel protein).

dan melalui ikatan hidrogen yaitu air pada gugus hidroksil di sepanjang rantai karaginan. Interaksi karaginan-protein terjadi melalui ikatan elektrostatis yaitu muatan negatif gugus sulfat karaginan dengan muatan positif sisi samping asam amino pada permukaan miofibril protein dan pada akhirnya membentuk matriks gel protein yang kuat (Gaonkar 1995). Alvarez dan Tejada (1997) menyatakan bahwa pembentukan mikrostruktur kamaboko selain dipengaruhi oleh jenis ikan juga dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemasakan. Suhu pemasakan yang tinggi dapat meningkatkan pembentukan ikatan disulfida dan interaksi hidrofobik.

Mikrostruktur kamaboko yang ditambah kappa-karaginan (K(k)) (Gambar 8) memiliki rongga kosong yang terbentuk diantara matriks gel protein hampir sama dengan mikrostruktur kamaboko dengan penambahan karaginan komersil (K(+)) (Gambar 7) yang berbeda dengan mikrostruktur kamaboko dengan

penambahan iota-karaginan (K(i)) (Gambar 9). Kamaboko yang ditambah iota-karaginan memiliki matriks gel protein yang lebih lembut dengan rongga kosong yang terbentuk diantara matriks gel protein lebih kecil. Iota-karaginan memiliki gugus sulfat yang lebih banyak sehingga lebih mudah mengikat air dan sulit keluar dari matriks gel protein, kondisi ini menyebabkan tekstur yang lembut dengan pori-pori yang lebih kecil.

KESIMPULAN

Karaginan secara signifikan dapat memperbaiki mutu fisik kamaboko. Kamaboko yang memiliki mutu fisik terbaik adalah kamaboko dengan penambahan karaginan komersil (K(+)) dengan karakteristik mutu fisik: uji lipat (5), uji gigit (7,9), kekuatan gel 2872,62 g/cm², dan derajat putih (W*) 73,78. Hasil pengamatan mikrostruktur kamaboko dengan SEM pada pembesaran 1000X menunjukkan kamaboko tanpa penambahan karaginan (K(-)) memiliki struktur berserat yang padat sedangkan mikrostruktur kamaboko yang ditambah kappa-karaginan memiliki struktur yang porus dengan pori-pori yang agak besar sehingga menghasilkan tekstur yang kenyal dan mikrostruktur kamaboko yang ditambah iota-karaginan memiliki struktur yang porus dengan pori-pori yang lebih kecil sehingga menghasilkan tekstur yang lembut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez C, Tejada M. 1997. Influence of texture suwari gels on kamaboko gels made from sardine (*Sardina philcardus*) surimi. *Journal Science Food Agriculture* 75(4):472-480.
- Alvarez C, Couso I, Margarita T. 1999. Microstructure of suwari and kamaboko sardine surimi gels. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79(6):839-844.
- Agustin TI. 2010. Aplikasi karaginan sebagai gelling agent kamaboko ikan kurisi. Di dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan II, 09 Agustus 2010. BBRPPB-KKP. 167-174.
- Chin KB, Keeton JT, Longnecker MT, Lamkey JW. 1998. Functional, textural and microstructural properties of low fat bologna (model system) with a konjac blend. *Journal of Food Science* 63(5):801-807.
- Chen HH. 2002. Decoloration and gel forming ability of horse mackerel mince by air-floatation washing. *Journal of Food Science* 67:2970-2975.
- Chaijan M, Benjakul S, Visseanguan W, Faustman C. 2004. Characteristic and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. *Food Research International* 37:1021-1030.
- Gaonkar AG. 1995. *Ingredient Interactions (Effects on Food Quality)*. New York: Marcell Dekker, Inc.
- Gomez-Guillen MC, Montero P. 1996. Addition of hydrocolloids and non-muscle proteins to sardine (*Sardina pilchardus*) mince gels: Effect of salt concentration. *Food Chemistry* 56(4):421-427.
- Hanafiah KA. 2003. *Rancangan Percobaan (Teori dan Aplikasi)*. Jakarta: PT. Gravindo Persada.
- Hermanasson AM, Eriksson E, Jordansson E. 1991. Effects of potassium, sodium and calcium on the microstructure and rheological behaviour of kappa-carrageenan gels. *Carbohydrate Polymers* 16:297-320.
- Hsu KC, Chiang BH. 2002. Effects of water, oil, starch, calcium carbonate and titanium dioxide on the color and texture of threadfin and hairtail surimi gels. *International Journal of Food Science and Technology* 37(4):387-393.
- Livingston DJ, Brown WD. 1981. The chemistry of myoglobin and its reactions. *Journal of Food Technology* 25(3):244-252.
- Montero P, Perez-Mateos M. 2002. Effects of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ on gels formed from

- fish mince containing a carrageenan or alginate. *Food Hydrocolloid* 16(4):375-385.
- Mao W, Mika F, Noboru F. 2006. Gel strength of kamaboko gels produced by microwave heating. *Food Science and Technology Research* 12(4):241-246.
- Mao L, Tao W. 2007. Gelling properties and lipid oxidation of kamaboko gels from grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Influenced by chitosan. *Journal of Food Engineering* 82(2):128-134.
- Ochiai Y, Ochiai L, Hashimoto,K, Watabe S. 2001. Quantitative estimation of dark muscle content in the mackerel meat paste and its products using antisera againsts myosin light chains. *Journal of Food Science* 66:1301-1305.
- Perez-Mateos M, Montero P. 2000. Contribution of hydrocolloids to gelling properties of blue whiting muscle. *Journal of European Food Research and Technology* 210(6):383-390.
- Park JW. 2005. *Surimi and Surimi Seafood. Second Edition*. Food Science and Technology. New York: Taylor & Francis Group..
- Suzuki T. 1981. *Fish and Krill Protein. Processing Technology*. London: Applied Sci. Publ.
- Zahiruddin W, Erungan AC, Wiraswanti I. 2008. Pemanfaatan karaginan dan kitosan dalam pembuatan bakso ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*) pada penyimpanan suhu dingin dan beku. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 11(1): 40-52.
- Zayas JF. 1997. *Functionality of Protein in Food*. New York. Springer-Verlag.